

(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 987 421 A2

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
22.03.2000 Bulletin 2000/12

(51) Int. Cl.⁷: **F02D 41/06**, **F02D 41/34**

(21) Numéro de dépôt: **99124420.3**

(22) Date de dépôt: **13.05.1996**

(84) Etats contractants désignés:
DE ES GB IT SE

(30) Priorité: **15.05.1995 FR 9505711**

(62) Numéro(s) de document de la (des) demande(s)
initiale(s) en application de l'article 76 CBE:
96916198.3 / 0 826 099

(71) Demandeur:
MAGNETI MARELLI FRANCE
92000 Nanterre (FR)

(72) Inventeur: **Genin, Christophe**
77186 Noisiel (FR)

(74) Mandataire: **Bérogin, Francis**
Cabinet Plasseraud
84, rue d'Amsterdam
75440 Paris Cedex 09 (FR)

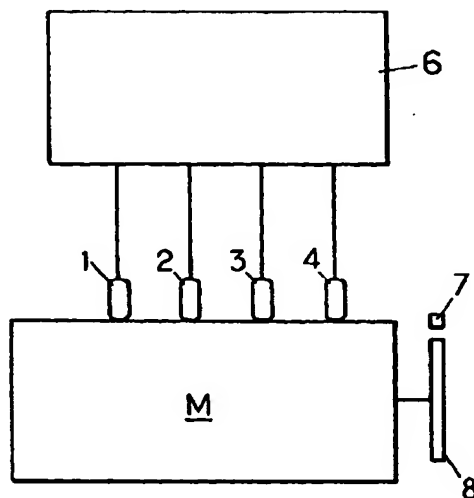
Remarques:

Cette demande a été déposée le 07 - 12 - 1999
comme demande divisionnaire de la demande
mentionnée sous le code INID 62.

(54) Procédé de reconnaissance de la phase des cylindres d'un moteur multicylindres à combustion interne à cycle à quatre temps

(57) Sur un moteur (M) avec installation d'allumage (1,2,3,4) et/ou d'injection à commande individuelle par cylindre, et avec capteur (7) coopérant avec une cible rotative (8) à repère de position (10) du P.M.H. d'un cylindre de référence, le procédé consiste à commander sur le cylindre de référence une perturbation autre qu'un arrêt de l'injection et de nature à provoquer une variation du couple moteur, à détecter la variation de couple moteur, par la variation d'un signal représentatif du couple gaz, qui résulte de la commande de perturbation, à rapprocher les instants de cette commande et de la détection de sa conséquence sur le couple moteur pour en déduire la phase du cylindre de référence à l'instant de la commande de perturbation, et ensuite la phase des autres cylindres du moteur.

Application en particulier aux moteurs à quatre temps à allumage et/ou injection séquentielle.

FIG.1.**EP 0 987 421 A2**

Description

[0001] L'invention concerne un procédé de reconnaissance ou de repérage de la phase des cylindres d'un moteur multicylindres à combustion interne à cycle à quatre temps, du type équipé d'une installation d'allumage et/ou d'injection de carburant à commande individuelle pour chaque cylindre, et comportant un capteur, souvent appelé capteur de position angulaire du moteur, qui est fixe par rapport au moteur et détecte le passage en regard d'au moins un repère de position fixé sur une cible rotative, liée en rotation au vilebrequin du moteur, pour fournir un signal de passage du piston d'un cylindre de référence du moteur dans une position déterminée, par exemple à environ 100° d'angle avant le point mort haut (P.M.H.) de ce piston.

[0002] Pour optimiser le fonctionnement d'un moteur à combustion interne à cycle à quatre temps, en particulier pour commander dans de bonnes conditions une installation d'allumage séquentiel et/ou une installation d'injection de carburant multipoint séquentielle, d'un tel moteur, il est connu que la phase des cylindres du moteur doit être repérée ou reconnue, c'est-à-dire qu'à chaque instant au cours d'un cycle moteur, on doit connaître la position de chacun des différents pistons du moteur ainsi que la phase ou le temps du cycle moteur de chacun des différents cylindres de ce dernier, et en particulier le passage des pistons à la position de P.M.H. en début de phase d'admission, afin de définir précisément l'instant de l'injection de carburant, et leur passage à la position de P.M.H. au début de la phase de combustion-détente, afin de définir précisément l'allumage (instant et énergie d'allumage), pour le cas où le moteur à combustion interne est un moteur à allumage commandé.

[0003] En effet, dans une installation d'injection électronique et multipoints de carburant, qui comprend au moins un injecteur par cylindre pour injecter des quantités dosées de carburant juste en amont de la ou des soupapes d'admission correspondantes, et dans laquelle les injecteurs sont actionnés périodiquement et au moins une fois par cycle moteur, l'injection séquentielle consiste à actionner les différents injecteurs successivement et dans un ordre donné, afin d'injecter les quantités dosées de carburant vers les cylindres dans les conditions les plus favorables par rapport aux phases d'admission correspondantes. De même, une installation d'allumage séquentiel permet de commander successivement et dans un ordre donné l'allumage dans les différents cylindres, dans les meilleures conditions par rapport aux phases de combustion-détente correspondantes, c'est-à-dire, en pratique, avec une avance appropriée à l'allumage, par rapport au P.M.H. au début de la phase de combustion-détente correspondante, en fonction des conditions de fonctionnement du moteur, cela sans déclencher simultanément d'étincelle inutile et parfois perturbante dans un autre cylindre qui se trouve dans un temps moteur inadapté à recevoir

l'allumage.

[0004] Les installations d'allumage et/ou d'injection de carburant de type séquentiel pour moteur à combustion interne comprennent généralement un calculateur de contrôle moteur, qui gère notamment l'allumage et l'injection de carburant, et qui doit, à cet effet, connaître en permanence la phase des cylindres afin de suivre de manière précise le déroulement du cycle moteur dans chacun d'eux, pour que le calculateur de contrôle moteur puisse calculer et commander la quantité de carburant délivrée par chaque injecteur, c'est-à-dire en fait la durée d'injection, à partir d'un instant déterminé, d'une part, et afin que le calculateur de contrôle moteur puisse calculer l'instant d'allumage et le déclencher par la commande d'une bobine d'allumage correspondante, d'autre part.

[0005] Sur une cible rotative, solidaire en rotation du vilebrequin ou du volant d'inertie du moteur, et généralement constituée par une couronne dentée, dont les dents, réparties sur la périphérie de la couronne, constituent des repères de mesure de vitesse de rotation du moteur et de la position du vilebrequin, par défilement en regard d'un capteur, par exemple à réluctance variable, fixé sur le moteur, il est connu de disposer au moins un repère de position, par exemple constitué par une dent et/ou un espace de largeur différente des autres, afin de constituer une singularité par rapport aux autres dents et/ou espaces, régulièrement répartis, de façon à repérer sur la couronne dentée des zones de position angulaire correspondant à une phase déterminée de la course des pistons. En défilant devant le capteur fixe, le repère de position génère un signal distinctif à chaque passage des pistons du moteur dans une position fixe connue, ce qui permet au calculateur de contrôle moteur de calculer, entre autres, les instants de passage aux points morts hauts des différents pistons.

[0006] Cependant, dans un moteur à combustion interne à cycle à quatre temps, un cycle moteur correspond à deux tours de rotation du vilebrequin, de sorte que le piston du cylindre de référence passe, au cours de chaque cycle moteur, deux fois par le P.M.H., mais au cours de deux phases différentes du cycle moteur.

[0007] En particulier, pour les moteurs à quatre cylindres en ligne, numérotés successivement de 1 à 4 d'une extrémité à l'autre du bloc moteur, l'ordre d'allumage des cylindres est généralement donné par la séquence 1, 3, 4, 2 et les pistons des cylindres 1 et 4 passent simultanément au point mort haut, et alternativement l'un au début d'une phase d'admission et l'autre au début d'une phase de combustion-détente, tandis que les pistons des cylindres 2 et 3 passent également simultanément au P.M.H., avec un décalage d'un demi-tour moteur par rapport aux cylindres 1 et 4, et comme ces derniers alternativement au début d'une phase d'admission et au début d'une phase de combustion-détente.

[0008] En conséquence, on sait qu'il n'est pas possible d'obtenir simultanément des informations de posi-

tion angulaire et de phase des différents pistons d'un moteur à quatre temps à partir des seuls signaux résultant des passages de repères de position d'une couronne dentée entraînée avec le vilebrequin en regard d'un capteur fixé sur le moteur, c'est-à-dire à partir des seuls signaux procurés par un capteur de position angulaire du moteur constituant simultanément, le plus souvent, un capteur de la vitesse de rotation du moteur.

[0009] Pour commander convenablement une installation d'allumage séquentiel et/ou d'injection séquentielle, il est connu d'utiliser des informations complémentaires, relatives à la phase des cylindres, et qui sont procurées par un second capteur, éventuellement du même type que le premier, par exemple à réluctance variable, et sensible au défilement en regard de repères, tels que des dents, portés par une seconde cible rotative, telle qu'une couronne dentée, entraînée en rotation à une vitesse qui est la moitié de celle du vilebrequin, afin que cette seconde cible effectue une rotation complète par cycle moteur. A cet effet, il est connu de rendre la seconde cible solidaire en rotation de l'arbre du répartiteur d'allumage ou, plus fréquemment, de l'arbre à cames ou de sa poulie d'entraînement. Il est notamment connu que la seconde cible rotative, entraînée avec l'arbre à cames, porte un unique repère de position, qui coopère avec le second capteur pour délivrer un signal à deux niveaux logiques.

[0010] Ainsi, la coopération du premier capteur avec la première cible rotative procure l'information de position angulaire du piston d'un cylindre de référence, tandis que la coopération du second capteur et de la seconde cible procure l'information de phase de ce cylindre de référence, raison pour laquelle l'ensemble du second capteur et de la seconde cible rotative est généralement dénommée capteur de phase moteur.

[0011] Mais la présence de deux capteurs et de deux cibles rotatives est un facteur d'augmentation des coûts et de l'encombrement et de complexité du montage.

[0012] Pour remédier à ces inconvénients, FR-A-2 692 623 propose un procédé de repérage des cylindres qui fait l'économie du capteur de phase moteur et le remplace par une analyse du couple moteur, pour détecter des ratés de combustion consécutifs à une commande de l'arrêt de l'injection de carburant dans un cylindre de référence, au passage du piston de ce dernier au P.M.H.

[0013] Plus précisément, ce procédé, pour produire un signal de repérage des cylindres, comprend les étapes suivantes:

- l'arrêt de l'injection du carburant pour un cylindre donné de référence du moteur, à un instant précis et pendant une période donnée;
- l'observation, grâce au signal de détection des ratés de combustion, de la survenue d'un raté pour le cylindre de référence suite à la non injection et de l'instant de détection du raté;
- le calcul du nombre de P.M.H. séparant l'instant

d'arrêt de l'injection pour le cylindre de référence et l'instant de détection du raté de combustion qui résulte de cet arrêt, et identification par déduction de l'instant de passage au P.M.H. admission ou explosion du cylindre de référence; et

- l'élaboration du signal de repérage des cylindres, ce dernier, en phase avec le signal P.M.H., étant initialisé à l'instant de passage du P.M.H. admission ou explosion du cylindre de référence et reprenant l'ordre de succession des combustions dans les cylindres.

[0014] Ce procédé a toutefois pour inconvénient que sa mise en oeuvre suppose la présence non seulement d'un capteur de position angulaire du moteur, pour repérer le passage au P.M.H. du piston d'un cylindre de référence, mais également d'un système de détection des ratés de combustion, apte à fournir un signal permettant le repérage des ratés de combustion survenant dans les différents cylindres.

[0015] Un autre inconvénient de ce procédé est qu'il ne peut être mis en oeuvre que sur un moteur équipé d'une installation d'injection de carburant à commande individuelle par cylindre, de sorte qu'il n'est pas utilisable sur un moteur équipé par exemple d'une installation d'injection de carburant du type mono-point et d'une installation d'allumage séquentiel.

[0016] Pour économiser le capteur de phase ou remédier à des signaux de phase erronés ou défaillants d'un tel capteur, il a également déjà été proposé respectivement par EP-A-0 640 762 et DE-A-42 42 419 un procédé, pour la reconnaissance de la phase des cylindres d'un moteur multicylindres à combustion interne à cycle à quatre temps, équipé d'une installation d'allumage et/ou d'injection de carburant à commande individuelle pour chaque cylindre, et comportant un capteur pour fournir un signal permettant d'identifier le passage du piston d'un cylindre de référence du moteur dans une position déterminée, le procédé étant du type comprenant au moins un cycle des étapes consistant:

- à commander, sur ledit cylindre de référence et à un instant donné lié au passage dudit piston du cylindre de référence dans ladite position déterminée, une perturbation de nature à provoquer une variation du fonctionnement du moteur,
- à observer le fonctionnement du moteur et détecter une éventuelle variation de fonctionnement résultant de ladite commande de perturbation sur ledit cylindre de référence, et à détecter l'instant de la survenue de ladite variation de fonctionnement ou l'absence de variation de fonctionnement du moteur,
- à rapprocher ledit instant donné de la commande de perturbation dudit instant détecté de la survenue de la variation de fonctionnement du moteur ou de ladite absence de variation de fonctionnement du moteur, pour en déduire la phase du cycle moteur

dans laquelle se trouvait ledit cylindre de référence dans ladite position déterminée, et

- à reconnaître la phase de tous les cylindres du moteur à partir de la connaissance de la phase du cylindre de référence.

[0017] Dans EP-A-0 640 762, la perturbation consiste en un arrêt complet de la commande d'injection ou d'allumage pour le cylindre de référence, et la détection de l'éventuelle variation de fonctionnement du moteur qui en résulte consiste à détecter un éventuel raté de combustion et l'instant de la survenue de ce raté de combustion.

[0018] Pour détecter un raté de combustion, EP-A-0 640 762 enseigne d'observer les variations de la vitesse de rotation du moteur qui résultent de la perturbation, et de détecter les passages des accélérations du piston du cylindre de référence sous un seuil d'accélération. Ce procédé a pour inconvénients de nécessiter la présence d'un circuit détecteur de ratés de combustion, comme FR-A-2 692 623, et de ne permettre l'identification des cylindres qu'après le passage du moteur en régime stabilisé, et non pas dès le démarrage du moteur.

[0019] Dans DE-A-42 42 419, la perturbation consiste en une modification de l'instant d'allumage par rapport à un fonctionnement normal, pour le cylindre de référence, c'est-à-dire à une augmentation ou une diminution de l'avance ou du retard à l'allumage, lorsque le moteur est au ralenti, et la détection de l'éventuelle variation de fonctionnement du moteur qui en résulte consiste à détecter d'éventuelles irrégularités de rotation du moteur et variations de régime moteur, ou encore des variations du débit d'air d'admission au moteur au ralenti, dans un régime quasi-stabilisé. Ce procédé a pour inconvénients d'être inapplicable sur moteur diesel, et de n'être efficace qu'après passage du moteur en régime quasi-stabilisé.

[0020] Le problème à la base de l'invention est de remédier aux inconvénients des procédés connus par EP-A-0 640 762 et FR-A-2 692 623, et de proposer un autre procédé de reconnaissance de la phase des cylindres que celui connu par DE-A-42 42 419 et pouvant être mis en oeuvre sur un moteur équipé d'un capteur de position angulaire, sans capteur de phase ni système de détection des ratés de combustion, le moteur pouvant avoir une installation d'injection de carburant à commande individuelle et/ou une installation d'allumage à commande individuelle par cylindre. De la sorte, le procédé de reconnaissance de la phase des cylindres selon l'invention peut être mis en oeuvre que l'allumage soit séquentiel et l'injection quelconque, par exemple monopoint, multipoints, "full-group" (c'est-à-dire par injection simultanée sur tous les cylindres) ou semi-séquentielle, symétrique, ou semi-séquentielle asymétrique, ou séquentielle phasée ou encore séquentielle non phasée, ou que l'injection soit multipoints séquentielle et l'allumage quelconque, par exem-

ple statique ou jumeau-statique (c'est-à-dire en produisant des étincelles dans deux cylindres simultanément à chaque demi-tour moteur).

[0021] A cet effet, le procédé de l'invention, du type présenté ci-dessus et connu notamment par DE-A-42 42 419, se caractérise en ce que la commande de ladite perturbation consiste à commander une modification de l'énergie d'allumage et/ou de la durée d'injection par rapport à un fonctionnement normal, autre qu'un arrêt complet de la commande d'allumage et de la commande d'injection, et en ce que la détection de l'éventuelle variation de fonctionnement du moteur en résultant consiste à détecter une éventuelle variation du couple moteur et l'instant de la survenue de ladite variation de couple moteur.

[0022] Lorsque le moteur est équipé d'une installation d'allumage à commande individuelle par cylindre, les cylindres de même P.M.H. sont commandés simultanément depuis l'instant du démarrage du moteur ou depuis la détection d'un événement susceptible de faire perdre la connaissance de la phase des cylindres et jusqu'à la reconnaissance de la phase des cylindres.

[0023] Avantageusement en outre, le procédé de l'invention consiste à observer le couple moteur et à détecter ses variations par l'observation et la détection de variations d'un signal représentatif de la valeur du couple gaz engendré par chaque combustion dans chacun des cylindres du moteur.

[0024] De préférence, dans ce cas, le procédé est mis en oeuvre sur un moteur sur lequel la cible rotative est une couronne dentée, solidaire du volant d'inertie ou du vilebrequin du moteur, et dont les dents réparties à sa périphérie constituent des repères de mesure, pour lesquels ledit repère de position, formant une singularité sur la couronne, constitue une référence d'indexation des repères de mesure par tour de volant ou de vilebrequin, le capteur fixe par rapport au moteur étant un capteur de défilement des repères et monté au voisinage de la couronne, de sorte qu'il est avantagement possible, comme connu par FR-A-2 681 425, de délivrer un signal représentatif du couple gaz à partir des durées, vitesses et variations des vitesses de défilement des repères devant le capteur, grâce au capteur logiciel de couple décrit dans le brevet précité.

[0025] Pour faciliter la détermination de la phase du cylindre de référence, le procédé consiste avantagement à rapprocher l'instant donné de la commande de perturbation de l'instant détecté de la survenue de la variation de couple moteur ou de l'absence de variation de couple moteur en calculant le nombre de passages par le P.M.H. du piston du cylindre de référence entre lesdits deux instants ou à partir dudit instant donné, et en le comparant à au moins un nombre prédéterminé, correspondant à une phase déterminée du cylindre de référence dans le cycle moteur, au passage du piston correspondant dans ladite position déterminée.

[0026] Le procédé de l'invention peut consister à effectuer au moins un cycle desdites étapes de recon-

naissance de phase dès le démarrage du moteur, après au moins le premier passage du piston du cylindre de référence dans ladite position déterminée ou, au contraire, à n'effectuer au moins un cycle desdites étapes de reconnaissance de phase qu'après un nombre entier prédéterminé de cycles moteur compté à partir du premier passage du piston du cylindre de référence dans ladite position déterminée, le procédé pouvant en outre consister à relancer sensiblement périodiquement au moins un cycle desdites étapes de reconnaissance de phase afin de confirmer ou corriger la reconnaissance de la phase des cylindres.

[0027] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention découleront de la description donnée ci-dessous, à titre non limitatif, d'exemples de réalisation décrits en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'un moteur à allumage séquentiel avec son capteur de position angulaire,
- la figure 2 est une vue schématique en élévation latérale du capteur angulaire du moteur de la figure 1,
- les figures 3a, 3b, 3c, 3d sont des chronogrammes en superposition représentant respectivement le signal du capteur des figures 1 et 2, les signaux de passage au P.M.H. des différents pistons du moteur, et deux détections possibles de variation du couple moteur suite à une modification d'allumage sur l'un des cylindres du moteur, et
- les figures 4, 5 et 6a à 6d correspondent respectivement aux figures 1, 2 et 3a à 3d pour un moteur à injection séquentielle, les figures 6c et 6d représentant deux détections possibles de variation de couple moteur suite à une perturbation d'injection pour l'un des cylindres du moteur.

[0028] Sur la figure 1, un moteur à allumage commandé, à quatre temps et quatre cylindres en ligne est schématiquement représenté en M. L'allumage dans les cylindres du moteur M est assuré par l'intermédiaire de quatre bobines d'allumage 1, 2, 3 et 4, correspondant chacune au cylindre (non représenté) de même ordre du moteur M. Les bobines d'allumage 1, 2, 3 et 4 sont séquentiellement alimentées en courant électrique, pour assurer l'allumage, par une unité électronique de contrôle moteur 6 qui commande notamment également l'injection de carburant vers les cylindres du moteur M. De manière connue, cette unité de contrôle moteur 6 remplit notamment les fonctions d'un calculateur et comprend une ou plusieurs mémoires vives, une ou plusieurs mémoires mortes ainsi qu'au moins une unité de traitement réalisée sous la forme d'un microprocesseur ou micro-contrôleur. L'unité de contrôle moteur 6 comporte également différentes interfaces d'entrée et de sortie pour, respectivement, recevoir des signaux d'entrée, en provenance de différents capteurs de paramètres de fonctionnement du moteur, afin

d'effectuer des opérations, et délivrer des signaux de sortie à destination notamment des injecteurs de carburant (non représentés) et des bobines d'allumage 1, 2, 3 et 4.

[0029] Classiquement, une séquence d'allumage des cylindres s'effectue dans l'ordre suivant : 1, 3, 4, 2.

[0030] Les signaux d'entrée de l'unité de contrôle moteur 6 comprennent les impulsions délivrées par un capteur à réluctance variable 7, fixé sur le bloc du moteur M et monté en regard et à proximité d'une couronne dentée 8 solidaire en rotation du volant moteur. A sa périphérie, la couronne 8 présente des dents équirépées 9, formant des repères de mesure, ainsi qu'une singularité 10, qui constitue un repère d'indexation des dents 9 et un repère de position angulaire du moteur qui, lorsqu'il passe en regard du capteur 7, fait que ce dernier délivre à l'unité 6 un signal indiquant le passage des pistons des cylindres 1 et 4 simultanément au P.M.H. De manière connue, le capteur 7 est également sensible au défilement des dents 9 et 10 pour délivrer des impulsions proportionnelles à la fréquence de passage des dents, de sorte que l'unité 6 peut élaborer un signal de vitesse de rotation du moteur. De plus, et comme expliqué ci-après, l'unité 6 peut également élaborer un signal représentatif du couple gaz engendré, par chaque combustion dans chacun des cylindres du moteur M, à partir des impulsions reçues du capteur 7.

[0031] L'allumage dans les cylindres passant simultanément au P.M.H. est commandé simultanément depuis l'instant du démarrage du moteur ou depuis la détection de tout événement susceptible de faire perdre la connaissance de la phase des cylindres, jusqu'à la reconnaissance de cette phase grâce au procédé à présent décrit.

[0032] Le procédé de reconnaissance ou de repérage de la phase des cylindres consiste à effectuer au moins un cycle des étapes suivantes. Comme représenté par la figure 3a, à la réception, par l'unité de contrôle moteur 6, de l'impulsion 11, délivrée par le capteur 7 et correspondant au passage au P.M.H. des pistons des cylindres 1 et 4, l'unité 6 commande simultanément les bobines 1 et 4 pour provoquer un allumage dans les cylindres 1 et 4 avec une perturbation d'allumage sur la bobine 1 par rapport à l'allumage normal, à l'instant du signal de P.M.H. 12 de la figure 3b. Cette perturbation d'allumage sur la bobine 1 peut consister à modifier l'instant d'allumage, c'est-à-dire à augmenter ou diminuer l'avance ou le retard à l'allumage normalement calculé par l'unité de contrôle moteur 6 en fonction des conditions de fonctionnement du moteur, ou encore peut consister à modifier l'énergie d'allumage par rapport à celle normalement définie par l'unité 6. La figure 3c représente un signal 13 élaboré par l'unité 6 et correspondant à une variation détectée du couple moteur, qui se produit moins de 2 P.M.H. après l'instant de la modification de l'allumage 12 sur la bobine 1, mais en conséquence de la commande de cette perturbation d'allumage, ce qui permet de conclure que la variation

de couple a été générée dans le cylindre 1 et donc que le piston du cylindre 1 était au P.M.H. du début d'une phase de combustion-détente à l'instant où l'unité 6 a commandé la perturbation de l'allumage pour ce cylindre. Le signal 13, témoignant de la variation du couple moteur en conséquence de la perturbation d'allumage sur la bobine 1 de l'un des deux cylindres dont les pistons sont au P.M.H. à l'instant de la perturbation, est un signal élaboré par l'unité 6 à partir de l'observation et de la détection des variations du couple gaz. A cet effet, l'unité 6 comporte le dispositif de mesure du couple d'un moteur thermique à combustion interne décrit dans le brevet français FR 2 681 425 et met en oeuvre le procédé décrit dans ce brevet, dont la description est incorporée dans le présent mémoire descriptif par voie de référence. Ce dispositif et ce procédé connus permettent d'élaborer un signal représentatif du couple gaz à partir des périodes, vitesses et variations des vitesses de défilement des dents 9 de la couronne 8 en regard du capteur 7. Pour plus de précisions, on se reportera au brevet français FR 2 681 425, et l'on se contente de rappeler que le procédé selon ce brevet, pour produire une valeur représentative du couple gaz moyen C_g engendré par chaque combustion du mélange gazeux dans les cylindres d'un moteur thermique à combustion interne, le moteur étant du genre comprenant :

- des repères de mesure (les dents 9) disposés sur une couronne 8 solidaire du volant d'inertie ou du vilebrequin ;
- des moyens (la singularité 10) pour définir une référence d'indexation des repères (9), par tour de volant ou de vilebrequin ;
- un capteur 7 de défilement des repères 9, monté fixe au voisinage de la couronne 8 ;
- comprend les opérations essentielles suivantes :
- l'élaboration d'une valeur primaire représentative de la durée d_i de défilement de chacun des repères 9 devant le capteur 7 ;
- le traitement de ladite valeur primaire d_i pour produire deux valeurs secondaires respectivement représentatives de la vitesse angulaire moyenne Ω_m sur les repères 7 au cours d'une période des combustions dans le moteur M et de la projection $E \cos \Phi$, sur la ligne de référence de phase des repères afférents aux périodes angulaires de combustion, de la composante alternative E de la vitesse angulaire instantanée Ω_i des repères à la fréquence des combustions dans le moteur ; et
- la combinaison de ces deux valeurs secondaires suivant une relation : $C_g = -a. \Omega_m. E \cos \Phi + b. \Omega_m^2$ et ainsi obtenir la valeur recherchée, les termes a et b étant des constantes déterminées expérimentalement.

[0033] En variante, l'observation du couple moteur et la détection de sa variation résultant de la commande de perturbation d'allumage sur le cylindre 1, choisi

comme cylindre de référence, et la détection de l'instant de la survenue de cette variation de couple moteur peuvent être assurées par l'observation et la détection de variations d'un signal de couple gaz représenté par une information d'une autre nature que celle mentionnée ci-dessus, par exemple à partir de signaux de pression dans les chambres de combustion.

[0034] Si, comme représenté par la figure 3d, et contrairement à la figure 3c, aucun signal de variation du couple moteur n'est délivré au travers de la surveillance de l'évolution du signal de couple gaz, en conséquence de la perturbation d'allumage commandée sur la bobine 1, cela signifie que cette perturbation d'allumage a été commandée alors que le piston du cylindre 1 se trouvait au P.M.H. en début d'une phase d'admission, et que donc le piston du cylindre 4, simultanément au P.M.H., était au début d'une phase de combustion-détente.

[0035] A partir de cette déduction, qui résulte d'un rapprochement entre l'instant de la détection du signal 13 de la survenue de la variation du couple moteur et l'instant de la commande de la perturbation d'allumage 12, on peut déduire la phase des cylindres 1 et 4 puis celle des cylindres 2 et 3.

[0036] Ce rapprochement entre les instants de la commande de la perturbation d'allumage et de la détection de sa conséquence sur le couple moteur peut être assuré par comparaison du nombre de P.M.H. entre ces deux instants avec un nombre seuil prédéterminé, par exemple 2 P.M.H., de sorte que si le signal 13 de variation du couple moteur est détecté moins de deux P.M.H. après celui de la commande de la perturbation d'allumage 12, comme c'est le cas sur la figure 3c, on en déduit que le cylindre 1 était en phase de combustion-détente, tandis que si le nombre de P.M.H. consécutifs à celui de la commande de perturbation 12 est supérieur à 2 avant de détecter une variation de couple moteur, comme montré sur la figure 3d, on en déduit que le cylindre 1 était en phase d'admission.

[0037] Pour éviter toute ambiguïté dans la relation entre la commande de perturbation sur l'allumage de la bobine et sa conséquence sur la variation du couple moteur, la perturbation est commandée sur la bobine du cylindre de référence pendant un cycle moteur complet.

[0038] Un ou plusieurs cycles consécutifs des étapes de reconnaissance de phase décrites ci-dessus peut ou peuvent être effectués dès le démarrage du moteur, par exemple après le premier ou les quelques premiers passages du piston du cylindre 1 au P.M.H.

[0039] En variante, le cycle des étapes de reconnaissance de phase peut être effectué après la phase de lancement du moteur, c'est-à-dire après un nombre entier prédéterminé de cycles moteur, ce nombre étant compté à partir, par exemple, du premier passage du piston du cylindre 1 au P.M.H.

[0040] Il est également possible, après au moins un cycle des étapes de reconnaissance de phase effectué dès le démarrage du moteur, de relancer sensiblement périodiquement après le démarrage de nouveaux

cycles de ces étapes de reconnaissance, afin de confirmer ou de corriger la connaissance de la phase des cylindres résultant du ou des cycles d'étapes de reconnaissance précédents.

[0041] Sur la figure 4, le moteur M ne diffère du moteur de la figure 1 qu'en ce qu'il comprend, au lieu d'une installation d'allumage séquentiel, une installation d'alimentation en carburant par injection multipoints séquentielle, par laquelle chacun des cylindres 1 à 4 du moteur M est alimenté en carburant par un injecteur correspondant 21, 22, 23 ou 24, piloté par l'unité de contrôle moteur 26, analogue à l'unité 6 de la figure 1, et qui pilote également l'allumage, de toute manière appropriée. Comme l'unité 6, l'unité de contrôle moteur 26 élabore également un signal de vitesse de rotation du moteur, un signal de passage des pistons des cylindres 1 et 4 au P.M.H., ainsi qu'un signal représentatif du couple gaz à partir des impulsions qu'elle reçoit du capteur 7, fixé, comme dans l'exemple précédent, sur le moteur M et sensible au défilement des dents 9 et de la singularité 10 de la couronne dentée 8 tournant avec le vilebrequin, dans les mêmes conditions qu'expliqué ci-dessus. L'unité 26 de contrôle moteur comporte donc également le dispositif de mesure du couple d'un moteur thermique à combustion interne qui fait l'objet du brevet français FR 2 681 425 et met en oeuvre le procédé décrit dans ce brevet.

[0042] De manière connue, l'unité 26 commande, de manière séquentielle, les instants d'ouverture des injecteurs 21, 22, 23 et 24 ainsi que les durées d'ouverture de ces injecteurs afin d'injecter des quantités de carburant dosées en fonction des conditions de fonctionnement du moteur M.

[0043] Dans cet exemple, le procédé de reconnaissance de phase comprend les étapes suivantes : dans un premier temps, à la réception du signal 31 de la figure 6a, correspondant au passage de la singularité 10 en regard du capteur 7, et indiquant le passage des pistons des cylindres 1 et 4 au P.M.H., on commande, sur le cylindre 1 choisi comme cylindre de référence, une perturbation dans la commande de l'injecteur 21 correspondant, cette perturbation consistant en une augmentation ou diminution de la durée d'injection, sans pouvoir être une coupure totale d'injection. Simultanément, l'unité de contrôle moteur 26 commande un allumage jumeau statique des cylindres 1 et 4. On observe ensuite le couple moteur pour détecter sa variation résultant de la commande de perturbation d'injection repérée en 32 sur la figure 6b, et on détecte l'instant de la survenue de cette variation du couple moteur, indiquée par le signal de variation du couple gaz 33 de la figure 6c, obtenu moins de 2 P.M.H. après celui de la commande de perturbation d'injection sur l'injecteur 21, dans le cas où le piston du cylindre 1 était au P.M.H. en phase d'admission lors de la commande de perturbation d'injection. Par contre, si la variation du couple moteur, correspondant au signal 34 indiquant une variation du couple gaz sur la figure 6d, n'est détec-

tée qu'après 2 P.M.H. suivant celui de la commande 32 de perturbation d'injection sur l'injecteur 21, on peut en déduire que la phase du cylindre 1 au P.M.H. de la commande de perturbation d'injection était une phase de combustion-détente, et non d'admission.

[0044] Dans cet exemple également, le rapprochement de l'instant donné de la commande de perturbation et de l'instant détecté de la survenue de la variation de couple moteur, au travers de la variation du couple gaz, est assuré en calculant le nombre de passages par le P.M.H. du piston du cylindre de référence entre les deux instants, et en comparant ce nombre à au moins un nombre seuil prédéterminé, pour en déduire la phase du cylindre de référence au passage par le P.M.H. initial considéré et pour connaître la phase de tous les cylindres.

[0045] Comme dans l'exemple précédent, tous les cylindres du moteur peuvent avoir leur phase repérée à partir de la connaissance de la phase du cylindre de référence, et la perturbation d'injection sur l'injecteur 21 peut être commandée pendant un cycle moteur complet. Un cycle de reconnaissance de phase peut être conduit dès le démarrage du moteur, ou un certain nombre de cycles moteur après ce démarrage, et peut être éventuellement répété de manière sensiblement périodique pour confirmation ou correction de la connaissance de la phase des cylindres résultant d'un cycle de reconnaissance de phase antérieur.

[0046] Il est clair que l'exemple des figures 1 à 3 peut être appliqué à un moteur équipé d'une installation d'allumage à commande individuelle par cylindre, indépendamment de la nature de son installation d'injection, de même que l'exemple des figures 4 à 6 peut s'appliquer à un moteur équipé d'une installation d'injection de carburant à commande individuelle par cylindre, indépendamment de la nature de son installation de commande d'allumage.

[0047] Toutefois, le procédé de l'invention trouve avantageusement son application dans les moteurs dont les installations d'allumage et d'injection sont de type séquentiel.

[0048] Enfin, il est à noter que le procédé de reconnaissance de phase décrit en référence aux figures 4 à 6 peut être mis en oeuvre sur un moteur diesel, la commande de perturbation portant uniquement sur l'injection de carburant dans le cylindre de référence choisi.

Revendications

1. Procédé de reconnaissance de la phase des cylindres d'un moteur (M) multicylindres à combustion interne à cycle à quatre temps, équipé d'une installation d'injection (21,22,23,24,26) de carburant à commande individuelle pour chaque cylindre, et comportant un capteur (7) pour fournir un signal permettant d'identifier le passage du piston d'un cylindre de référence du moteur dans une position déterminée, le procédé comprenant au moins un



cycle des étapes consistant :

- à commander, sur ledit cylindre de référence et à un instant donné lié au passage (11,31) dudit piston du cylindre de référence dans ladite position déterminée, une perturbation (12,32) de nature à provoquer une variation du fonctionnement du moteur, 5
 - à observer le fonctionnement du moteur et détecter une éventuelle variation (13,33,34) de fonctionnement résultant de ladite commande de perturbation (12,32) sur ledit cylindre de référence, et à détecter l'instant de la survenue de ladite variation de couple moteur (13,33,34) ou l'absence de variation de fonctionnement du moteur, 10 15
 - à rapprocher ledit instant donné de la commande de perturbation (12,32) dudit instant détecté de la survenue de la variation de fonctionnement du moteur (13,33,34) ou de ladite absence de variation de fonctionnement du moteur, pour en déduire la phase du cycle moteur dans laquelle se trouvait ledit cylindre de référence dans ladite position déterminée (11,31), et 20 25
 - à reconnaître la phase de tous les cylindres du moteur (M) à partir de la connaissance de la phase du cylindre de référence, caractérisé en ce que la commande de ladite perturbation (32) consiste à commander une modification de la durée d'injection par rapport à un fonctionnement normal, autre qu'un arrêt complet de la commande d'injection, et en ce que la détection de l'éventuelle variation de fonctionnement du moteur en résultant consiste à détecter une éventuelle variation (13,33,34) du couple moteur et l'instant de la survenue de ladite variation de couple moteur. 30 35
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les cylindres de même P.M.H. sont commandés simultanément depuis l'instant du démarrage du moteur ou depuis la détection d'un événement susceptible de faire perdre la connaissance de la phase des cylindres et jusqu'à la reconnaissance de la phase des cylindres. 40 45
3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'il consiste à observer le couple moteur et détecter ses variations par l'observation et la détection de variations d'un signal, représentatif de la valeur du couple gaz engendré par chaque combustion dans chacun des cylindres du moteur (M). 50 55
4. Procédé selon la revendication 3, pour un moteur (M) sur lequel une cible rotative, coopérant avec ledit capteur (7) pour fournir ledit signal de passage

du piston dudit cylindre de référence dans ladite position déterminée, est une couronne dentée (8), solidaire du volant d'inertie ou du vilebrequin du moteur (M), et dont les dents (9) réparties à sa périphérie constituent des repères de mesure, pour lesquels un repère de position, formant une singularité (10) sur la couronne (8), constitue une référence d'indexation des repères de mesure (9) par tour de volant ou de vilebrequin, le capteur (7) fixe par rapport au moteur étant un capteur de défilement des repères (9,10) monté au voisinage de la couronne (8), caractérisé en ce qu'il consiste à délivrer un signal représentatif du couple gaz à partir des durées, vitesses et variations des vitesses de défilement des repères (9,10) devant le capteur (7).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il consiste à rapprocher ledit instant donné de la commande de perturbation (12,32) dudit instant détecté de la survenue de la variation de couple moteur (13,33,34) ou de ladite absence de variation de couple moteur en calculant le nombre de passages par le P.M.H. du piston du cylindre de référence entre lesdits deux instants ou à partir dudit instant donné, et en le comparant à au moins un nombre prédéterminé, correspondant à une phase déterminée du cylindre de référence dans le cycle moteur, au passage du piston correspondant dans ladite position déterminée.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il consiste à effectuer au moins un cycle desdites étapes de reconnaissance de phase dès le démarrage du moteur (M), après au moins le premier passage du piston du cylindre de référence dans ladite position déterminée.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il consiste à n'effectuer au moins un cycle desdites étapes de reconnaissance de phase qu'après un nombre entier prédéterminé de cycles moteur compté à partir du premier passage du piston du cylindre de référence dans ladite position déterminée.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il consiste à relancer sensiblement périodiquement au moins un cycle desdites étapes de reconnaissance de phase afin de confirmer ou corriger la connaissance de la phase des cylindres.
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il consiste à commander ladite perturbation (12,32) sur ledit cylindre de référence pendant un cycle moteur.

FIG.1.

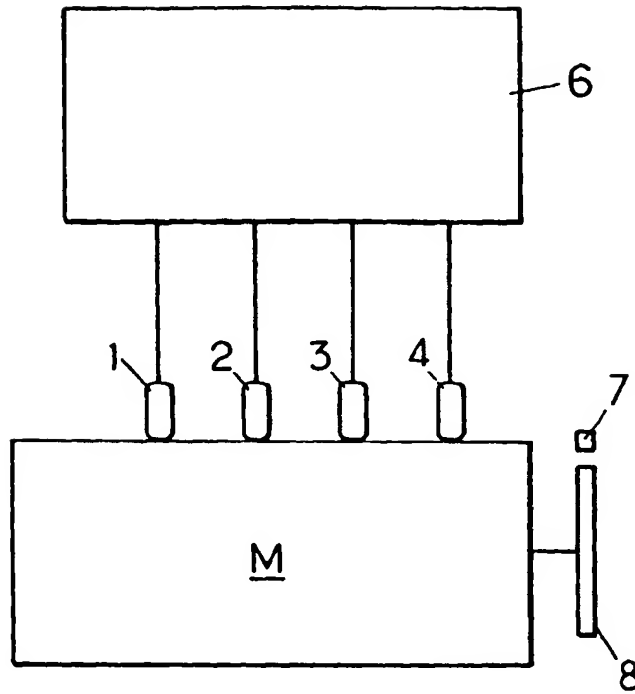


FIG. 2.

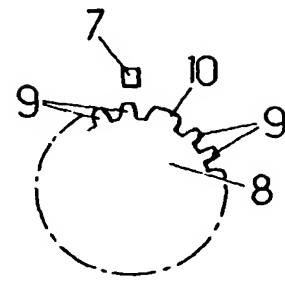


FIG.3.

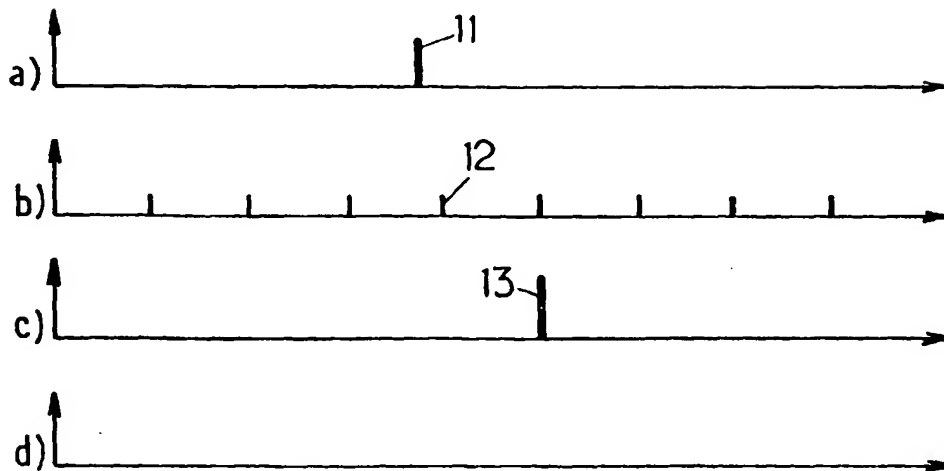


FIG.4.

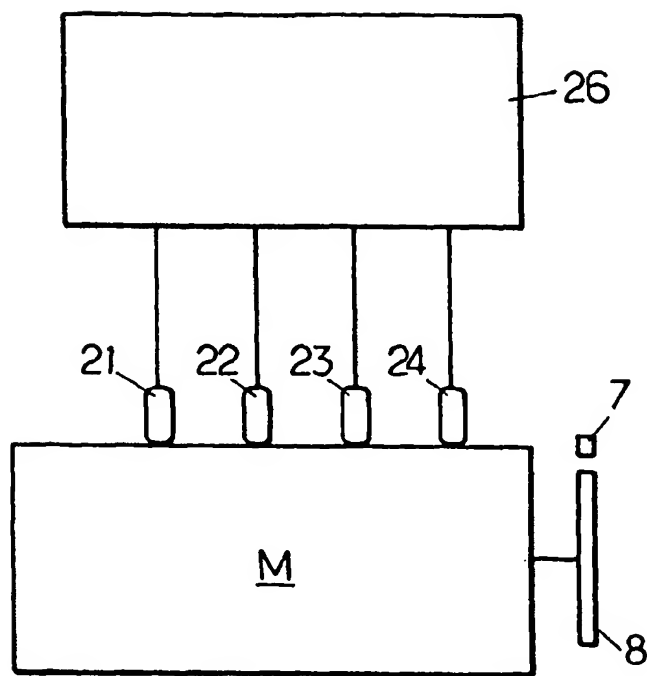


FIG.5.

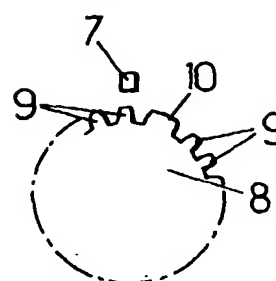


FIG.6.

